

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-197990

(43)Date of publication of application : 01.08.1995

(51)Int.Cl.

F16F 15/02

(21)Application number : 05-351502

(71)Applicant : HITACHI PLANT ENG & CONSTR
CO LTD

(22)Date of filing : 28.12.1993

(72)Inventor : FUKUI ITSUSHI
KAJIWARA KOICHI
HAYATSU MASAKI

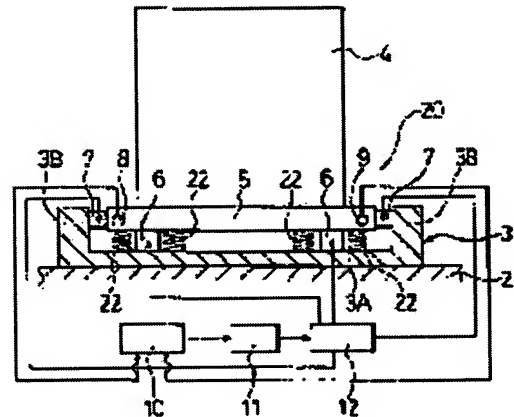
(54) ACTIVE TYPE VIBRATION RESISTING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the active type vibration resisting device which can cancel both an increase in drive voltage by piezo-electric actuators and the degradation of controllability which are caused by an increase in vertical load, and also surely remove minute vibration taking place in an equipment mounting table at all times.

CONSTITUTION: A plurality of vertical driving piezoelectric actuators 6 are provided between a base stand 3 and an equipment mounting table 4, and the vibration of the equipment mounting table 5 is removed by exciting the equipment mounting table 5 with vibration the phase of which is inverted from that of vibration generated by the equipment mounting table 5.

Besides, elastic bodies 22 are provided between the base stand 3 and the equipment mounting table 5 so that load applied to the vertical driving piezoelectric actuators 6 are supported by the elastic bodies 22 via the equipment mounting table 5. By this constitution, since load applied to the vertical driving piezoelectric actuators 6 can be reduced, it is not necessary to boost up drive voltage driving the vertical driving piezoelectric actuators 6, and concurrently controllability for the vertical driving piezoelectric actuators 6 is not degraded.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.07.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2936989

[Date of registration] 11.06.1999

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2936989号

(45) 発行日 平成11年(1999) 8月23日

(24) 登録日 平成11年(1999) 6月11日

(51) Int. Cl.
F16F 15/027

識別記号

F I
F16F 15/027

請求項の数 2 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-351502

(22) 出願日 平成 5 年(1993)12月28日

(65) 公開番号 特開平7-197990

(43) 公開日 平成 7 年(1995) 8 月 1 日

審査請求日 平成 8 年(1996) 7 月 8 日

(73) 特許権者 000005452

日立プラント建設株式会社
東京都千代田区内神田 1 丁目 1 番14号

(72) 発明者 福井 伊津志

東京都千代田区内神田 1 丁目 1 番14号
日立プラント建設株式会社内

(72) 発明者 梶原 浩一

東京都千代田区内神田 1 丁目 1 番14号
日立プラント建設株式会社内

(72) 発明者 早津 昌樹

東京都千代田区内神田 1 丁目 1 番14号
日立プラント建設株式会社内

審査官 藤原 直欣

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アクティブ型除振装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基台と、前記基台上面にその駆動方向下端が支持された複数の圧電素子アクチュエータと、前記圧電素子アクチュエータの上端に設けられ、前記圧電素子アクチュエータによって駆動される機器搭載台と、前記機器搭載台に発生する振動に基づいて圧電素子アクチュエータの駆動を制御する制御機構と、から成り、前記圧電素子アクチュエータで前記機器搭載台の振動と逆位相の振動を機器搭載台に加振することにより機器搭載台の振動を除振するアクティブ型除振装置に於いて、
前記基台と前記機器搭載台との間に設けた前記複数の圧電素子アクチュエータに並列に弾性部材を複数設けて前記機器搭載台を介して前記圧電素子アクチュエータに加わる垂直荷重を軽減すると共に、前記複数の弾性部材の弾性力をそれぞれ調整する調整手段を設けたことを特徴

2

とするアクティブ型除振装置。

【請求項 2】 前記弾性部材の伸び方向の付勢力を規制して前記圧電素子アクチュエータが上下方向に引っ張られないようにする機械的なロック機構を設けたことを特徴とする請求項 1 のアクティブ型除振装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の利用分野】 本発明はアクティブ型除振装置に係り、特に加振器として圧電素子アクチュエータを用いたアクティブ型除振装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 この種のアクティブ型除振装置は、地面に常時発生している 3～5 μ m 程度の常時微振動が半導体機器等の嫌振機器に伝達するのを防止するのに用いられる。そして、従来のこの種のアクティブ型除振装置 1

は、図 6 に示すように、床面 2 に基台を形成する凹形状の駆体構造 3 が配設される。また、駆体構造 3 内には、半導体機器等の嫌振機器 4 を搭載する機器搭載台 5 が設けられ、機器搭載台 5 は、機器搭載台 5 を鉛直方向に駆動させる複数の鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 と、機器搭載台 5 を水平方向に駆動させる複数の水平駆動用圧電素子アクチュエータ 7 を介して駆体構造 3 に支持される。また、機器搭載台 5 には、複数の鉛直方向振動検出器 8 及び水平方向振動検出器 9 が取付けられている。

【0003】そして、機器搭載台 5 に与えられた常時微振動が、これらの振動検出器 8、9 で検出されてアンプ 10 で増幅されてコントローラ 11 に送られた後、コントローラ 11 では、予め入力されたプログラムに従って検出された常時微振動に対して逆位相の振動を発生する振動制御信号を駆動アンプ 12 に送る。そして、駆動アンプ 12 から鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 及び水平駆動用圧電素子アクチュエータ 7 に振動制御信号に基づいた駆動電圧が印加され、各圧電素子アクチュエータ 6、7 が駆動して逆位相の振動を機器搭載台 5 に加振することにより、機器搭載台 5 の微振動を除振する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のアクティブ型除振装置 1 の構成にあっては、機器搭載台 5 を介して鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 に加わる嫌振機器 4 の垂直荷重（機器搭載台 5 の重さも含む）が大きくなると、大きな駆動電圧を必要とすると共に、駆動電圧に対する鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 の変位量が小さくなり応答性が低下するので、振動制御信号に基づいて変化する駆動電圧に対する鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 の制御性が悪くなる。この結果、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 は、逆位相振動を機器搭載台 5 に精度よく加振することができなくなるので、機器搭載台 5 の微振動を確実に除振できないという問題が生じる。

【0005】この対策として、耐垂直荷重の大きな鉛直駆動用圧電素子アクチュエータを用いることが考えられる。しかし、耐垂直荷重の大きな鉛直駆動用圧電素子アクチュエータを駆動するには、更に大きな印加電圧を必要とすると共に、振動制御信号に対する鉛直駆動用圧電素子アクチュエータの制御性にもぶくなるので、根本的な対策にならない。

【0006】本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、垂直荷重の増大による圧電素子アクチュエータの駆動電圧の増加及び制御性の悪化を解消し、機器搭載台に発生する常時微振動を確実に除振できるアクティブ型除振装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決する為の手段】本発明は、前記目的を達成する為に、基台と、前記基台上面にその駆動方向下端が

支持された複数の圧電素子アクチュエータと、前記圧電素子アクチュエータの上端に設けられ、前記圧電素子アクチュエータによって駆動される機器搭載台と、前記機器搭載台に発生する振動に基づいて圧電素子アクチュエータの駆動を制御する制御機構と、から成り、前記圧電素子アクチュエータで前記機器搭載台の振動と逆位相の振動を機器搭載台に加振することにより機器搭載台の振動を除振するアクティブ型除振装置に於いて、前記基台と前記機器搭載台との間に設けた前記複数の圧電素子アクチュエータに並列に弾性部材を複数設けて前記機器搭載台を介して前記圧電素子アクチュエータに加わる垂直荷重を軽減すると共に、前記複数の弾性部材の弾性力をそれぞれ調整する調整手段を設けたことを特徴とする。

【0008】

【作用】本発明は、圧電素子アクチュエータに加わる垂直荷重が大きくなると、圧電素子アクチュエータを駆動する駆動電圧を増加させる必要があると共に、圧電素子アクチュエータの制御性も悪くなることを見だし、この知見に基づいてなされた。即ち、本発明によれば、基台と機器搭載台との間に弾性部材を設け、弾性部材により、機器搭載台を介して圧電素子アクチュエータに加わる荷重を支持するようにした。これにより、圧電素子アクチュエータに加わる荷重を軽減することができるので、圧電素子アクチュエータを駆動する駆動電圧を増加させる必要がないと共に、圧電素子アクチュエータの制御性が悪化しない。また、それぞれの弾性部材の弾性力を調整する調整手段をもうけたので、制御性をさらに良くできる。

【0009】また、機械的なロック機構を設け、前記弾性部材の伸び方向の付勢力を規制して前記圧電素子アクチュエータが上下方向に引っ張られないようにしたので、圧電素子アクチュエータの破壊を防止できる。

【0010】

【実施例】以下添付図面に従って本発明に係るアクティブ型除振装置の好ましい実施例について詳説する。尚、図 6 にて説明した従来のアクティブ型除振装置と同じ部材には、同符号を付して説明する。図 1 は本発明のアクティブ型除振装置 20 の全体構成の概略を説明する説明図であり、図 2 は、装置本体を上側から見た平面図である。

【0011】図 1 及び図 2 に示すように、床面 2 に基台を形成する断面凹形状の駆体構造 3 が固定される。また、駆体構造 3 内には、半導体機器等の嫌振機器 4 が搭載される正方形の機器搭載台 5 が水平に設けられ、この機器搭載台 5 の 4 隅と駆体構造 3 の底板 3 A との間には、機器搭載台 5 を鉛直方向に駆動させる鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6、6 … が夫々配設される。また、機器搭載台 5 と底板 3 A との間で、夫々の鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 の前後左右（図 2 参照）には、圧縮コイルバネ、空気バネ、ゴム支柱等の弾性体 2

5

2、2 2…が鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 と並列に配設される。これにより、嫌気機器 4 及び機器搭載台 5 による垂直荷重のうち、8 0 %は弾性体 2 2 で支持され、残りの 2 0 %の垂直荷重を鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 で支持するようにした。即ち、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 には、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 を駆動させるのに必要な定格荷重のみが加わるようにした。

【0 0 1 2】また、機器搭載台 5 と、駆体構造 3 の 4 枚の側板 3 B、3 B…との間には、機器搭載台 5 を水平方向に駆動させる水平駆動用圧電素子アクチュエータ 7、7…が夫々配設される。また、機器搭載台 5 には、複数個の鉛直方向振動検出器 8、8…及び水平方向振動検出器 9、9…が取付けられ、機器搭載台 5 の微振動のうち、鉛直振動成分が鉛直方向振動検出器 8 で検出され、水平振動成分が水平方向振動検出器 9 で検出される。また、各振動検出器 8、9 で検出された微振動信号は、アンプ 1 0 に送られて増幅される。また、アンプ 1 0 で増幅された微振動信号はコントローラ 1 1 に送られる。コントローラ 1 1 では、予め入力されているプログラムに従って、微振動信号の振幅、振動波形、振動周波数等を解析し、機器搭載台 5 に与えられた微振動と逆位相の振動を発生させる振動制御信号を駆動アンプ 1 2 に発信する。駆動アンプ 1 2 では、振動制御信号に基づいて鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 及び水平駆動用圧電素子アクチュエータ 7 に駆動電圧を印加する。駆動電圧が印加された鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 は逆位相の鉛直振動成分を機器搭載台 5 に加振し、水平駆動用圧電素子アクチュエータ 7 は逆位相の水平振動成分を機器搭載台 5 に加振する。

【0 0 1 3】次に、図 3 及び図 4 に従って、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 と弾性体 2 2 の部分の詳細構造である鉛直駆動用圧電素子アクチュエータユニットについて説明する。図 3 及び図 4 に示されるように、この鉛直駆動用圧電素子アクチュエータユニットは、主として、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 と、弾性体 2 2 と、弾性体 2 2 の伸び方向の付勢力を規制して圧電素子アクチュエータが上下方向に引っ張られないようにする機械的なロック機構 2 6 とで構成され、各機器 6、2 2、2 6 が上側フランジ 2 8 と下側フランジ 3 0 との間に並列に配設される。即ち、正方形な板状の下側フランジ 3 0 の中央位置に鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 の駆動方向下端が支持され、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 の上端にゴム板 3 2 を介して正方形な板状の上側フランジ 2 8 が設けられる。そして、上側フランジ 2 8、ゴム板 3 2、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 は接着剤で接合される。

【0 0 1 4】また、圧縮コイルバネ、空気バネ、ゴム支柱等の弾性体 2 2 は、上側フランジ 2 8 と下側フランジ 3 0 の間の 4 隅位置に配設され、弾性体 2 2 の一方端が

6

上側フランジ 2 8 に支持されると共に、他方端が下側フランジ 3 0 に固定された架台 3 4 に支持される。この架台 3 4 は、架台板 3 4 A と、架台板 3 4 A の 4 隅を下側フランジ 3 0 に支持する 4 本のボルト 3 4 B、4 B…から構成され、ボルト 3 4 B を回転させることにより架台板 3 4 A の高さを変えることができるようになっている。これにより、弾性体 2 2 の弾性力を調整できるようになっている。

【0 0 1 5】また、ロック機構 2 6 は、弾性体 2 2 の近傍で、上側フランジ 2 8 と下側フランジ 3 0 の間の 4 隅位置に配設される。そして、上側フランジ 2 8 から下側フランジ側 3 0 に向けて延びたロック棒 2 6 A にはネジが刻まれており、ロック棒 2 6 A の先端に下側ナット 2 6 B が螺合されると共に、下側ナット 2 6 B のやや上方に上側ナット 2 6 C が螺合されている。一方、下側フランジ 3 0 には、上面に前記ロック棒 2 6 A が貫通すると共に、前記両ナット 2 6 B、2 6 C の径よりも小さな貫通孔 2 6 D が形成された係止台 2 6 E が固定されている。そして、貫通孔 2 6 D を境にして貫通孔 2 6 D の下側に下側ナット 2 6 B が位置し、貫通孔 2 6 D の上側に上側ナット 2 6 C が位置している。

【0 0 1 6】そして、上記の如く構成されたユニット 2 4 が、機器搭載台 5 の 4 隅と駆体構造 3 の底板 3 A との間に配設される。次に、上記の如く構成された本発明のアクティブ型除振装置 2 0 の作用について説明する。機器搭載台 5 の微振動は、鉛直方向振動検出器 8 及び水平方向振動検出器 9 で検出され、アンプ 1 0 で増幅してからコントローラ 1 1 に入力される。次に、コントローラ 1 1 では、プログラムにより、機器搭載台 5 の振動に対して逆位相の振動を発生させる振動制御信号を駆動アンプ 1 2 に送り、駆動アンプ 1 2 が鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 及び水平駆動用圧電素子アクチュエータ 7 に振動制御信号に基づいた駆動電圧を印加して機器搭載台 5 を加振する。この操作を繰り返すことにより、機器搭載台 5 の振動を逆位相振動で相殺し、機器搭載台 5 に搭載された嫌振機器 4 に微振動が伝達されないようにする。

【0 0 1 7】しかし、この除振操作において、嫌振機器 4 の重量が重く、機器搭載台 5 を介して鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 に加わる垂直荷重が大きくなると、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 を駆動する駆動電圧を増加させる必要があると共に、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 の制御性が悪化し、機器搭載台 5 に精度良く逆位相振動を加振できないので、機器搭載台 5 の振動を確実に除振できない。即ち、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 は、負荷荷重が大きくなるほど、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 の機械的共振周波数が低下するので、印加電圧に対する応答性が悪くなり、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ 6 の制御性が悪化する。

【0018】例えば、端面の縦・横が各25mmで、長さが50mmの鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6の場合、耐垂直荷重350Kg、破壊につながる垂直荷重700Kgであるが、制御性の良い最大垂直荷重は100Kgである。この結果、従来のアクティブ型除振装置のように全ての垂直荷重を鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6で支持する場合、4個の鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6で構成すると、機器搭載台5の重量も含めて400Kg以上の嫌振機器4が機器搭載台5に搭載されると、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6の制御性が悪くなる。

【0019】そこで、本発明のアクティブ型除振装置20では、上記の如く夫々の鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6の前後左右に垂直荷重を支持する弾性体22を配設し、荷重の80%を弾性体22で支持し、残りの20%の荷重を鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6で支持するようにして、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6には、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6を駆動させるのに必要な定格荷重のみが加わるようにした。これにより、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6に加わる垂直荷重を軽減することができるので、重量の大きな嫌振機器4を機器搭載台5に搭載しても鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6を駆動する駆動電圧を増加させる必要がないと共に、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6の制御性が悪化しないので、機器搭載台5の振動を確実に除振することができる。

【0020】実際に、前記した寸法の鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6を4個使用し、1トンの垂直荷重のうち、80%を弾性体22で支持し、残りの20%の荷重を鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6で支持するようにした。この結果、300Vの駆動電圧で鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6の変位量は30 μ mになり、3~5 μ mを対象とした微振動に対して十分な制御性を有することが分かった。

【0021】また、圧電素子アクチュエータは上下方向の引張力に脆い性質があり、大きな引張力が加わると電素子アクチュエータの致命的な破壊につながる危険がある。そして、弾性体を設けたことにより、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6に加わる荷重を軽減できる反面、機器搭載台5が上向きに振動する際に、弾性体22の伸び方向の付勢力、即ち、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6に上下方向の引張力が加わり易くなる。そこで、前記構造のロック機構26を設け、弾性体22の伸び方向の付勢力を下側ナット26Bが貫通孔26Dに引っ掛かって係止されることにより規制するようにしたので、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6が引張力により破壊されるのを防止することができる。また、ロック機構26には、上側ナット26Cを設けたので、機器搭載台5に異常に大きな垂直荷重がかかり、弾性体22で支持しきれない場合でも、上側ナット26Cが貫通孔2

6Dに引っ掛かって係止されるので、過大な圧縮力による鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6の破壊をも防止することができる。また、ロック機構26は、上側ナット26Cと下側ナット26Bの間隔を調整することにより、前記した引張力と圧縮力の規制度合いを調整することができる。

【0022】尚、本実施例では、弾性体22を鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6の前後左右に配設するようにしたが、これに限定されるものではなく、図5に示すように、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6から離して配設することにより、弾性体22を配設する作業時に鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6を傷つけないようにすることができる。この場合、複数の弾性体22に均等に垂直荷重が分担されるように配置する。また、5点支持でなくバランスのとれる3点支持になるように弾性体を3個配設してもよい。また、弾性体22と鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6の分担は、80%と20%に限定されるものではなく、鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ6の良い制御性が得られる比率であればよい。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るアクティブ型除振装置によれば、基台と機器搭載台との間に弾性部材を設け、圧電素子アクチュエータにかかる荷重を軽減させるようにしたので、圧電素子アクチュエータを駆動する駆動電圧を増加させる必要がないと共に、圧電素子アクチュエータの制御性が悪化しない。

【0024】従って、機器搭載台の振動に対して逆位相の振動を圧電素子アクチュエータで機器搭載台に精度良く加振することができるので、機器搭載台の振動を確実に除振することができる。また、機械的なロック機構を設けて、弾性部材の伸び方向の付勢力を規制して前記圧電素子アクチュエータが上下方向に引っ張られないようにしたので、引張力に脆い性質のある圧電素子アクチュエータの破壊を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るアクティブ型除振装置の実施例を説明する説明図

【図2】図1のアクティブ型除振装置本体を上方から見た平面図

【図3】本発明のアクティブ型除振装置の鉛直駆動用圧電素子アクチュエータユニットを説明する説明図

【図4】図3のユニットを上方から見た平面図

【図5】本発明に係るアクティブ型除振装置の鉛直駆動用圧電素子アクチュエータの別の配置例を示した平面図

【図6】従来のアクティブ型除振装置を説明する説明図

【符号の説明】

3…基台を形成する駆体構造

4…半導体機器等の嫌振機器

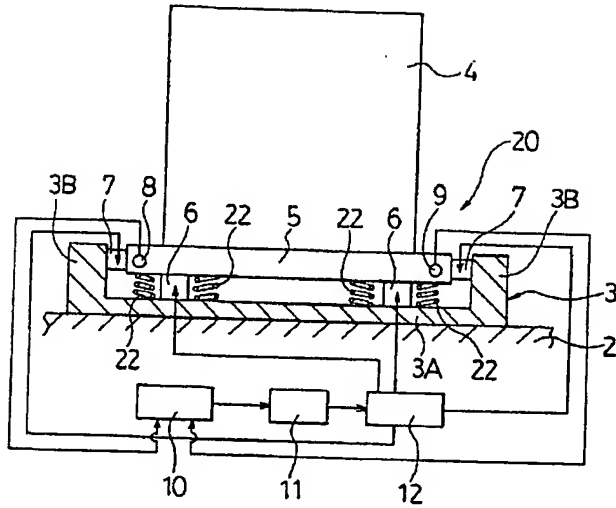
5…機器搭載台

6…鉛直駆動用圧電素子アクチュエータ

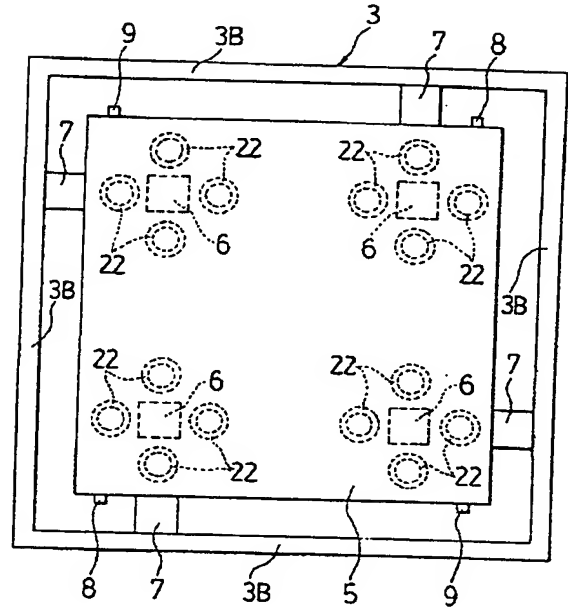
- 9
7…水平駆動用圧電素子アクチュエータ
8…鉛直方向振動検出器
9…水平方向振動検出器
10…アンプ
11…コントローラ

- 12…駆動アンプ
20…アクティブ型除振装置
22…弾性体
24…鉛直駆動用圧電素子アクチュエータのユニット
26…ロック機構

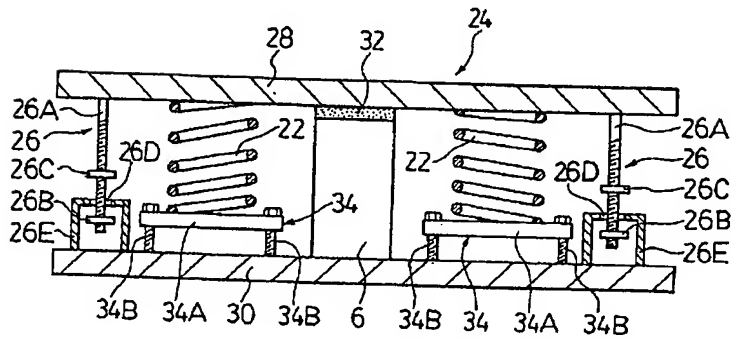
【図1】



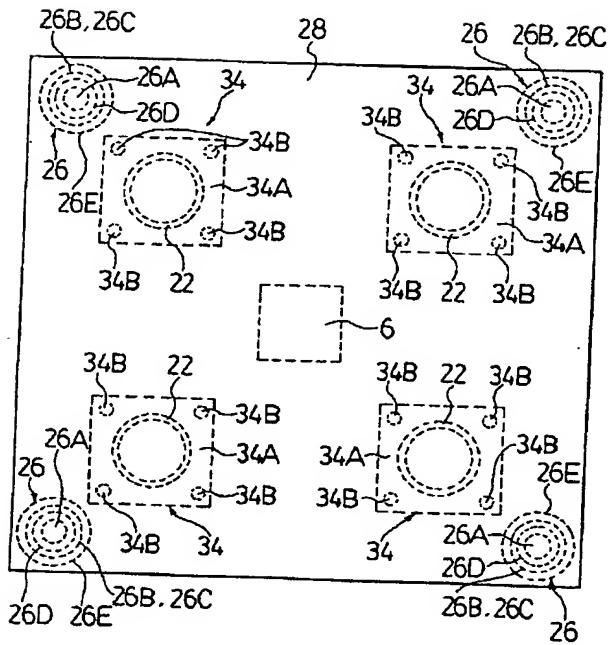
【図2】



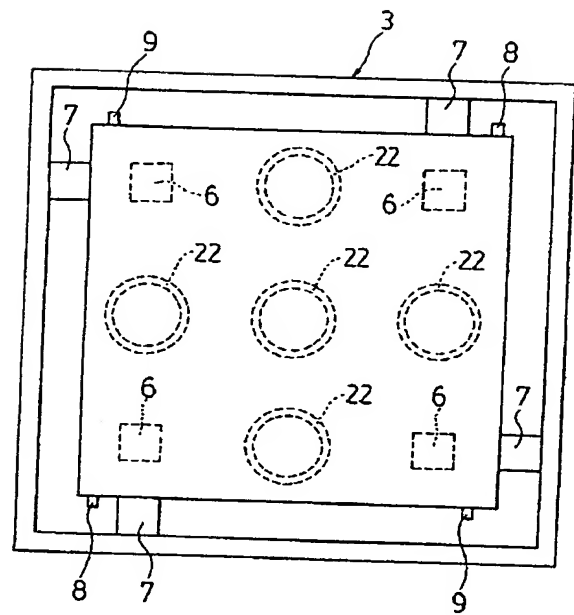
【図3】



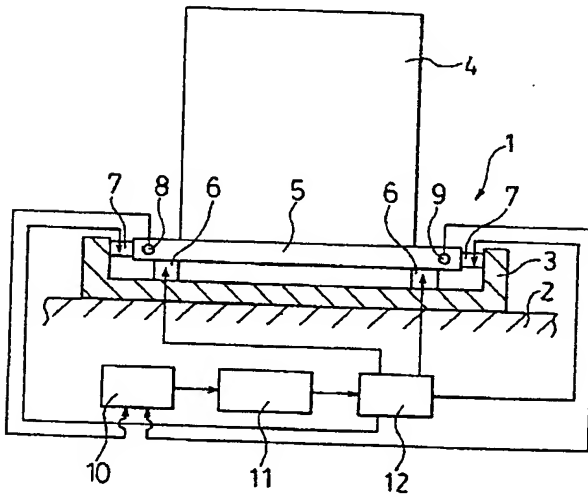
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (56) 参考文献 特開 平 4 - 302738 (J P , A)
 特開 平 5 - 256336 (J P , A)
 特開 平 2 - 231214 (J P , A)
 実開 昭 57 - 186790 (J P , U)

(58) 調査した分野 (Int. Cl. ⁸, D B 名)

F16F 15/02 - 15/08